



Education in the Knowledge Society

journal homepage <http://revistas.usal.es/index.php/eks/>Ediciones Universidad
Salamanca

Robotics from STEM areas in Primary School: a Systematic Review

La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática

Cristian Ferrada-Ferrada^a, Javier Carrillo-Rosúa^b, Danilo Díaz-Levicoy^c, Francisco Silva-Díaz^d^a Universidad de Granada (UGR), Granada, España<https://orcid.org/0000-0003-2678-7334>adarref@correo.ugr.es^b Dpt. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR), Universidad de Granada, España<http://orcid.org/0000-0003-2889-3966>fjcarril@ugr.es^c Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.<https://orcid.org/0000-0001-8371-7899>dddiaz01@hotmail.com^d Universidad de Granada (UGR), Granada, España<https://orcid.org/0000-0002-7047-3546>fsilva@correo.ugr.es

ARTICLE INFO

Key words:

Educational robotic
STEM education
Systematic review
Primary school

ABSTRACT

Upon the need for scientific schooling at a young age, the use of robotics in an educational context establishes a valuable didactic resource to develop a STEM centred education. A systematic review has been made, following the declaration Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (Prisma) guidelines. The aim of this review is characterizing the scientific production related with STEM education, from working with educational robotics in primary school, thereby research questions are presented about bibliometric indicators, research methodologies employed, the relationship between STEM areas and educational robotics, or social and gender aspects. The research was made in three international databases (Scopus, ERIC and WoS), achieving to find 463 articles, of which 26 documents were selected that met the inclusion criteria. The results show that the investigations that use mixed methodologies are the most used and, at the same time, present a more significant number of citations in Google Scholar. Regarding the first authors' gender approach and the research groups, these are presented equitably. Similarly, there are no differences in access, development, and skill acquisition among participants as a result of the investigations. Also, a more significant implementation of proposals is observed in the after-school hours, improving the attitude and acquisition of skills in STEM areas.

RESUMEN

Palabras clave:

Robótica educativa
Educación STEM
Revisión sistemática
Educación Primaria

Frente a la necesidad de una formación científica a temprana edad, el uso de la robótica en el contexto educativo constituye un importante recurso didáctico para el desarrollo de una educación centrada en las áreas STEM. Se ha realizado una revisión sistemática, siguiendo las directrices de la Declaración *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (Prisma), con el objetivo de caracterizar la producción científica relacionada con Educación STEM, desde el trabajo con robótica educativa en Educación Primaria, así se plantean preguntas de investigación sobre indicadores bibliométricos, metodologías de investigación utilizadas, la relación entre áreas STEM y robótica educativa, o aspectos sociales y de género. La búsqueda se realizó en tres bases de datos internacionales (Scopus, ERIC y WoS), logrando identificar 463 artículos, seleccionándose 26 documentos que cumplieran con todos los criterios de inclusión. Los hallazgos dan cuenta que las investigaciones con metodologías mixtas son las más utilizadas, y a su vez presentan un mayor número de citaciones en Google Scholar. Respecto al enfoque de género de los primeros autores y los grupos de investigación, estos se presentan de forma equitativa. De igual forma no se evidencian diferencias en el acceso, desarrollo y adquisición de habilidades entre los participantes como resultados de las investigaciones. También, se observa una mayor implementación de propuestas en el horario extraescolar, mejorando la actitud y adquisición de habilidades en áreas STEM.

1. Introducción

La educación en ciencia, tecnología y matemática permite no solo el desarrollo educativo, sino también industrial y económico de una sociedad. Para ello, se deben promover tempranamente aspectos esenciales de la educación STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (Taylor, Vásquez y Donehower, 2017), integrándose lo conceptual, procedimental y actitudinal, en torno a la solución de problemas interdisciplinarios generados en contextos cotidianos (Doménech-Casal, 2018; Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios y Vélchez-González, 2019; Zollman, 2012). Así, es concebida como un fenómeno educativo, centrada en mejorar aprendizajes (Bybee, 2010).

La educación STEM provoca un efecto positivo en los estudiantes, mejorando la actitud hacia estas áreas STEM (Toma y Greca, 2018), sobre todo cuando estas están estrechamente integradas a nivel curricular, y no trabajadas de manera aislada (Kim y Chulhyun, 2016), siendo esto también coherente con una formación por competencias, en alusión a lo establecido por la Unión Europea (Consejo de la Unión Europea, 2018).

Desde este enfoque, entre otras posibilidades, la robótica educativa se concibe como un recurso didáctico privilegiado dado que supone, per sé, un elemento altamente motivante para los escolares y porque es proclive a que, asociada a la misma, se generen ambientes multidisciplinares que fomenta aprendizajes en las áreas STEM y el desarrollo de competencias generales (Bravo y Guzmán, 2012). Estas competencias se basan en un enfoque globalizador de diferentes áreas de estudio, generando un vínculo directamente con el logro de habilidades STEM, promoviendo el interés y la curiosidad científica, así como las habilidades sociales a través del trabajo en equipo (Aris y Orcos, 2019). Y es que el uso de herramientas tecnológicas, frente a las tradicionales, ofrece a los estudiantes un medio atractivo y motivador para fortalecer habilidades, como las de indagación, y potenciar el aprendizaje de contenidos curriculares (Chung, Cartwright y Cole, 2014; Taylor, Vásquez y Donehower, 2017). También supone un terreno abonado para abandonar metodologías didácticas transmisivas, facilitando la incorporación de otras activas, incluso fomentando el desarrollo de nuevos enfoques metodológicos (Conde *et al.*, 2019; Gonçalves *et al.*, 2019).

En el ámbito de la investigación sobre educación STEM existen varios trabajos de revisión que permiten ofrecer una panorámica del ámbito con resultados más sólidos y generalizables. Por ejemplo, Martín-Páez *et al.* (2019) analizan la implementación de la educación STEM en investigaciones publicadas durante el período 2013-2018, mostrando múltiples interpretaciones sobre lo que es STEM y subrayando la necesidad de trabajar de forma interdisciplinar.

Thibaut *et al.* (2018) realizan una revisión sistemática, para evaluar críticamente los estudios que describen el aprendizaje y la enseñanza integrada mediante STEM. Así definen un marco para la enseñanza de la educación STEM de forma integrada, con elementos comúnmente trabajados.

Particularizando en la robótica, objeto de este trabajo, Benitti (2012) presenta una revisión sistemática sobre el potencial educativo de la robótica en los centros escolares. Para ello analiza la literatura sobre el uso de programas de robótica, identificando elementos que contribuyen a generar evidencia empírica sobre la efectividad de los programas. Como resultados, se señala que los elementos de interacción generados entre la robótica, currículo y estudiantes actúan a favor de los aprendizajes, siendo su utilización esencial para la comprensión de conceptos establecidos en las áreas STEM. Entre las conclusiones menciona, que ningún documento analizado, considera experiencias de robótica educativa con estudiantes de 11 a 12 años, por tanto, esta investigación pretende cubrir este vacío, centrada específicamente en la Educación Primaria.

Más recientemente, Jung y Won (2018) realizan una revisión sistemática sobre el uso de kits de robótica desde Educación Infantil hasta 5º curso de primaria. Dicho estudio pretende aclarar y concretar el conocimiento, habilidades y actitudes desarrolladas en robótica, mediante la conexión con la enseñanza de la informática, sugiriendo emplear marcos teóricos sociales y culturales, considerando los contextos históricos e institucionales de los estudiantes. Concluyen que la robótica debe incluir la perspectiva de la informática como una forma de equilibrar la teoría y los desafíos prácticos de construir y programar robots. Finalmente, Xia y Zhong (2018) centran su revisión en la enseñanza y aprendizaje mediante el uso de robots en Primaria y Secundaria. Analizan diferentes variables, tales como: conocimientos de robótica, instrumentos de medición, tipo de estudio, robots utilizados, entre otros. Estos autores concluyen que la robótica educativa trae consigo la adquisición de habilidades que mejoran el aprendizaje de los estudiantes mediante la aplicación de la tecnología.

Si bien se reconoce el avance que suponen las aportaciones mencionadas anteriormente, queda pendiente la consideración de la robótica educativa, específicamente en el ámbito de la Educación Primaria y de la educación STEM en las tres bases de datos, quizás, más relevantes que recogen la investigación educativa en un amplio

periodo de tiempo; además se deben considerar nuevos enfoques, como género, que en el ámbito de la enseñanza STEM preocupa cada vez más por la infrarrepresentación en este ámbito de la mujer (Anwar, Bascou, Menekse y Kardgar, 2019).

Esta revisión sistemática sigue las directrices establecidas por la Declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, the PRISMA Group, 2009). De esta forma, es vista como una herramienta metodológica (Sánchez-Meca, 2010) que permite el análisis de los estudios que reporta la literatura, a través de un método sistemático, riguroso y replicable, para dar así respuesta a las preguntas de investigación.

El objetivo de investigación es caracterizar la producción científica sobre robótica educativa en Educación Primaria para la educación STEM. Para dar respuesta a este objetivo general, se han planteado las siguientes preguntas de investigación sobre robótica educativa y Educación Primaria:

- PI-1. ¿Qué indicadores bibliométricos caracterizan la producción científica asociada?
- PI-2. ¿Cuál es la metodología de investigación más utilizada?
- PI-3. ¿Qué áreas STEM se enseñan a través de la robótica educativa y con qué tecnologías?
- PI-4. ¿A qué edades y en qué contexto educativo se está utilizando la robótica educativa?
- PI-5. ¿Cuáles son las principales ventajas y mejoras ofrecidas en los programas?
- PI-6. ¿De qué forma se abordan cuestiones como los contextos sociales o la equidad de género?

De esta forma, tras la correspondiente sección metodológica donde se fija la población de revistas que integra el estudio, los procesos de selección de los documentos y las unidades de análisis o variables, los resultados y discusión se estructuran en tres bloques: a) indicadores bibliométricos y tipología de los documentos analizados, b) caracterización de la robótica y las mejoras educativas que propicia, y c) aspectos sobre contexto social y género.

2. Método

Este estudio ha considerado como método la revisión sistemática, siguiendo las directrices establecidas por la Declaración Prisma (Moher *et al.*, 2009) de acuerdo con su diagrama de flujo y lista de verificación, incluyendo los ítems relacionados con el objetivo para este estudio.

2.1. Muestra y procedimiento de selección y extracción de datos

La revisión de la literatura se ha realizado durante los meses de junio a agosto de 2019. Las bases de datos consideradas en este estudio, y que incluyen el ámbito de la investigación educativa, corresponden a bases de datos de producción científica internacional más relevantes:

- Scopus de Elsevier.
- Educational Resource Information Center (ERIC), del Departamento de Educación de Estados Unidos de América.
- Web of Science (WoS) de Clarivate Analytics.

Las cadenas o ecuaciones de búsqueda que se han utilizado se constituyeron de términos claves para la temática correspondiente al tesauro de la UNESCO; *Mathematics, science, technology, engineering, Primary Education, elementary school, robotic, robot, robots, robotics*. Sin embargo, de acuerdo con las características de búsqueda avanzada de cada una de las bases de datos, y para adecuarlo mejor a los objetivos planteados, las ecuaciones han sido las establecidas en la Tabla 1. De esta forma, la búsqueda inicial proporcionó 463 documentos. En la primera etapa, y de acuerdo con los criterios de inclusión/exclusión en cada ecuación, se filtró por año de publicación (48), arrojando 415 artículos. Posteriormente, se filtró utilizando los criterios de idioma (260), resultando 155 artículos (Figura 1).

De esta forma, la búsqueda inicial proporcionó 463 documentos. En la primera etapa, y de acuerdo con los criterios de inclusión/exclusión en cada ecuación, se filtró por año de publicación (48), arrojando 415 artículos. Posteriormente, se filtró utilizando los criterios de idioma (260), resultando 155 artículos (Figura 1).

Base de datos	Ecuación
Scopus	TITLE-ABS-KEY (steam OR stem) OR TITLE-ABS-KEY (math* OR science* OR technology* OR engineering*) AND TITLE-ABS-KEY ("Primary education" OR "primary school" OR "elementary school" OR "Elementary education" OR "6th grade" OR "5th grade" OR "4th grade" OR "3th grade" OR "2th grade" OR "1th grade") AND TITLE-ABS-KEY (robot*)
Base de datos	Ecuación
Scopus	TITLE-ABS-KEY (steam OR stem) OR TITLE-ABS-KEY (math* OR science* OR technology* OR engineering*) AND TITLE-ABS-KEY ("Primary education" OR "primary school" OR "elementary school" OR "Elementary education" OR "6th grade" OR "5th grade" OR "4th grade" OR "3th grade" OR "2th grade" OR "1th grade") AND TITLE-ABS-KEY (robot*)
ERIC	(steam OR stem) AND (mathematic OR science OR technology OR engineering) AND (Primary education OR primary school OR elementary school OR 6th grade OR 5th grade OR 4th grade OR 3th grade OR 2 the grade OR 1th grade) AND (robot*)
WOS	TS=(steam OR stem) AND TS=(mathematic OR science OR technology OR engineering) AND TS= (Primary education OR primary school OR elementary school OR 6th grade OR 5th grade OR 4th grade OR 3th grade OR 2 the grade OR 1th grade) AND TS=(robot*)

Tabla 1. Protocolo de búsqueda

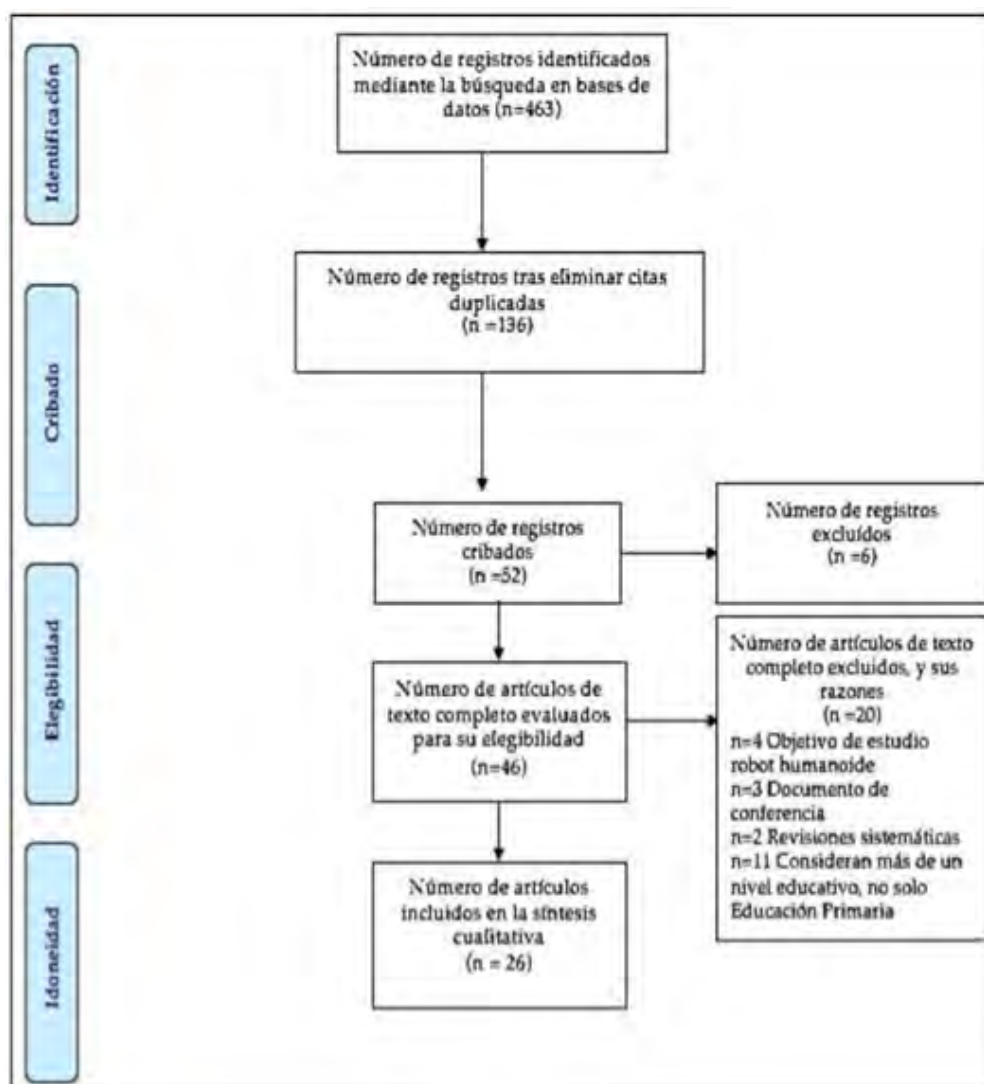


Figura 1. Diagrama de flujo, según Declaración PRISMA.

El conjunto de estos criterios ha sido:

1. Artículos hasta el año 2018 (este año inclusive), ya que, al momento de realizar la presente revisión, el año 2019 aún se encontraba en desarrollo y, por consiguiente, a la espera del cierre de publicaciones.
2. Artículos escritos en inglés (ámbito internacional) o español (ámbito iberoamericano).
3. Artículos en las bases de datos establecidas, excluyéndose los *proceeding papers*, ya que se entiende que estos últimos son documentos que no siempre recogen investigaciones finalizadas.
4. Documentos que incluyan estudios empíricos y/o programas de intervención, propuestas didácticas o innovaciones que utilicen la robótica en Educación Primaria, ya que son elementos esenciales que condicionan la enseñanza-aprendizaje, en una etapa educativa fundamental.
5. Artículos que impliquen el trabajo con robótica educativa desde el enfoque en Educación STEM (al menos debe tratar un área STEM, excluyéndose los trabajos en los que los robots cumplen una función social, al ser este un ámbito muy diferente en fines, metodología, herramientas puestas en juego).
6. Artículos dirigidos exclusivamente estudiantes de Educación Primaria (se excluyen aquellos que trabajos que, aun incluyendo en su población estudiantes de Educación Primaria, también lo hagan con estudiantes de otras etapas educativas ya que se entiende que éstos responden a otros objetivos), y que impliquen un contexto educativo formal, no formal e informal (en todos se pueden generar procesos educativos relevantes).

La Figura 2 presenta la cantidad y porcentaje de artículos de cada base de datos así como los duplicados y triplicados.

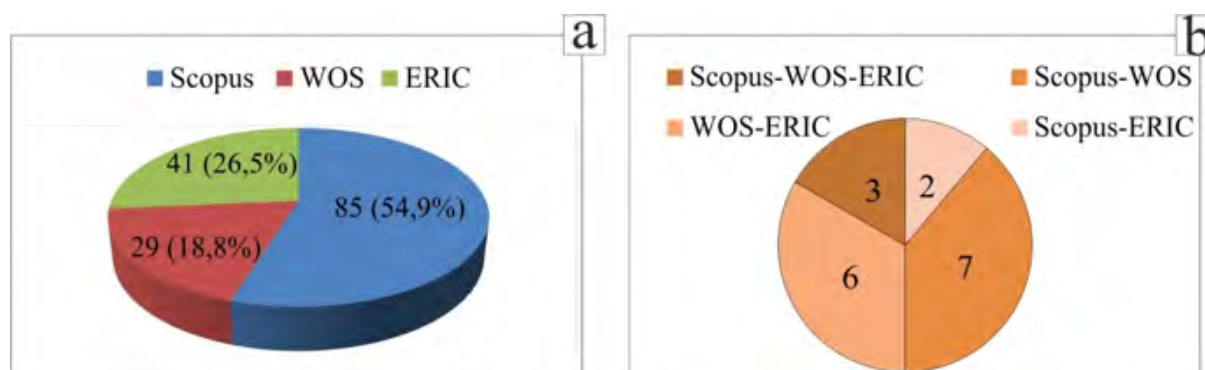


Figura 2. (a) Cantidad y porcentaje de artículos por base de datos y (b) duplicados, triplicados y por base de datos.

Luego de eliminar artículos duplicados y triplicados, los documentos que se someten a la revisión de los autores, según lectura de títulos, resumen, palabras clave y aplicación de los criterios de inclusión/exclusión corresponden a 136. La Figura 1, resume cada una de las etapas seguidas en este proceso, de acuerdo con el diagrama de flujo de cuatro fases de la Declaración Prisma.

Para asegurar la rigurosidad del proceso de selección de los trabajos se ha utilizado una revisión ciega en las diferentes etapas. En primer lugar, se realizó una búsqueda en cada una de las bases de datos. Posteriormente, los autores realizaron de manera independiente, la lectura de títulos, resúmenes y palabras clave. En caso de discrepancias, se definió en conjunto, siguiendo los criterios de inclusión/exclusión para este estudio, llegando a un acuerdo del 100% en la selección de los documentos, por parte de los autores de la investigación (N=26, Anexo 1).

2.3. Unidades de análisis

En la Tabla 2 se presentan las 11 unidades de análisis sus respectivas descripciones y relación con las preguntas de investigación.

Unidades de análisis	Definición
Indicadores bibliométricos (PI-1)	Variables del tipo: país de afiliación y nombre de los primeros autores, sexo de los mismos, años de productividad, citas (Google Scholar), y palabras clave.
Instrumentos de recogida de datos (PI-2)	Diversos tipos de recursos necesarios para que el investigador pueda obtener información del tipo cuantitativa o cualitativa y datos propios del estudio.
Metodología de investigación (PI-2)	Técnicas y métodos con rigor científico, las cuales son trabajadas sistemáticamente, con la finalidad de lograr un resultado validado teóricamente.
Mejoras detectadas (PI-5)	Muestran o describen los documentos que presentan avances y confirman una mejora en la actitud, interés, motivación, conocimiento, adquisición de competencias o destrezas posterior a la intervención de los programas con robótica, asociados a las áreas STEM y el trabajo con robótica.
Áreas STEM trabajadas (PI-3)	Áreas de conocimiento a las que corresponden los contenidos asociados a las actividades desarrolladas en las investigaciones y predominancia de estas.
Edad de los estudiantes (PI-4)	Identifica el rango etario de los estudiantes participantes.
Contextos educativos (PI-5)	Da a conocer el espacio educativo donde se desarrollan las actividades, entendiendo como educación formal los centros que imparten en horario lectivo normal. La Educación extraescolar hace mención a horarios fuera de la educación tradicional a la cual asisten los estudiantes, como talleres extra programáticos o cursos o campamentos en periodos de vacaciones
Kits de Robots y lenguaje de programación (PI-3)	Diferentes componentes necesarios para construir y programar los robots, incluyendo elementos de hardware y software.
Contextos educativos (PI-4)	Da a conocer el espacio educativo donde se desarrollan las actividades, entendiendo como educación formal los centros que imparten en horario lectivo normal. La Educación extraescolar hace mención a horarios fuera de la educación tradicional a la cual asisten los estudiantes, como talleres extra programáticos o cursos o campamentos en periodos de vacaciones y factores sociales del contexto del estudio como nivel económico, etnias o países de origen de participantes.
Consideraciones de género (PI-6)	Se recogen las alusiones expresas en los artículos a planteamientos e interpretaciones de género.

Tabla 2. Unidades de análisis consideradas en el estudio. (PI: Pregunta de investigación).

3. Resultados y discusión

Los resultados del análisis de los 26 artículos seleccionados quedan recogidos en sucesivas tablas y figuras y en el anexo 2 que particularmente recoge resultados de aplicar unidades de análisis en cada uno de los artículos objeto de la investigación.

3.1. Indicadores bibliométricos y tipología de los documentos analizados

La totalidad de los artículos corresponden a producciones en inglés. La Tabla 3 muestra los países de afiliación de los autores, observándose que la mayor cantidad corresponde a Estados Unidos (42,3%), y en menor medida Corea del Sur, Italia y Taiwán.

País	Primer autor	Total (%)
Estados Unidos	Coxon, S., Matson, E., Casey, J., Varney, M., Nemiro, J., Suescun-Florez, E., Karp, T., Phamduy, P., Taylor, M., Jordan M. y Master, A.	11 (42,3%)
Corea del Sur	Kim, J., Park, I., Shim, J. y Kim, S.	4 (15,4%)
Italia	Rosi, A., La Paglia, F., Datteri, E. Y Bartolini, B.	4 (15,4%)
Taiwán	Chin, K., Hong, J. y Huang, K.	3 (11,5%)

Australia	Mathers, N.	1 (3,8%)
Alemania	Lehmann, A.	1 (3,8%)
España	Julià, C.	1 (3,8%)
Canadá	Lindsay, S.	1 (3,8%)
Total		26

Tabla 3. País de afiliación del primer autor.

La Tabla 4 presenta el sexo de los autores. Se ha considerado el sexo de todos los autores de cada artículo. Se puede evidenciar que existe la misma cantidad (13) de hombres y mujeres como primer autor. Sin embargo, los hombres concentran la mayor cantidad de autores totales (50), respecto a las mujeres (35). Finalmente, 5 artículos están escritos solo por hombres, 4 por solo mujeres, y 17 formados por equipos de investigación mixtos. Es decir, hay cierto sesgo que implica una menor participación de la mujer en este tipo de investigaciones.

Sexo	Sexo primer autor	Sexo de autores y coautores	Sexo de equipo de investigación
Hombres	13 (50,0%)	50 (58,8%)	5 (19,2%)
Mujeres	13 (50,0%)	35 (41,2%)	4 (15,4%)
Mixto	-	-	17 (65,4%)
Total	26	85	26

Tabla 4. Sexo primer autor y total coautores participantes.

La Figura 3 muestra la evolución temporal de la producción científica analizada y el género de la totalidad de autores. Se aprecia cómo año de inicio de la producción el 2004, aunque no es hasta el año 2010 cuando se evidencia publicación anual de artículos sobre la temática, situándose la mayor producción en los años 2016 y 2017, siendo por tanto, la tendencia de publicación ascendente; también se aprecia que no hay un claro patrón de distribución temporal de la participación de las mujeres, evidenciando que la temática es un área de crecimiento en donde los estudios conformados por equipos mixtos son los más frecuentes.

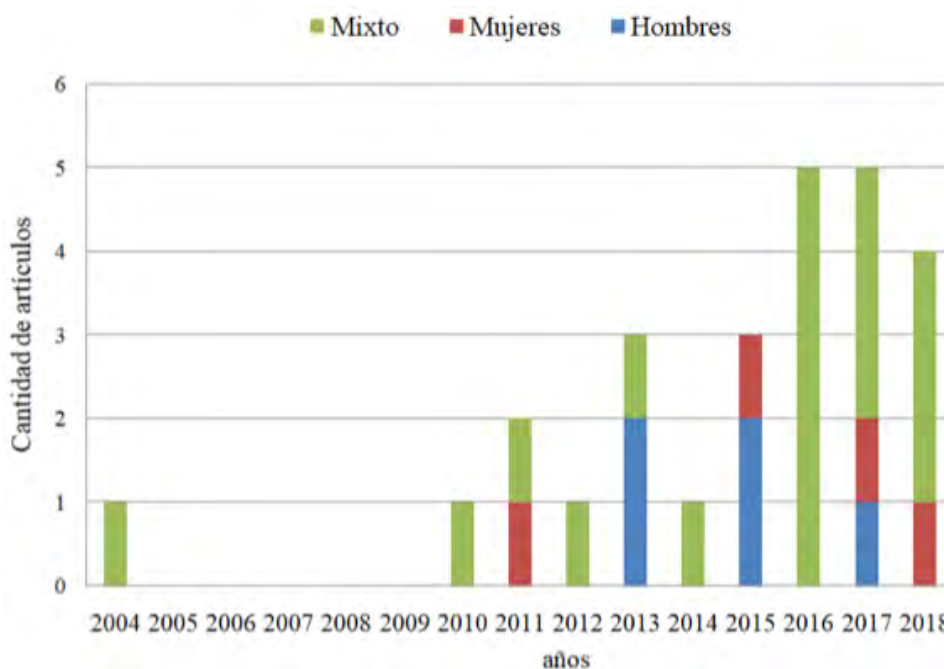


Figura 3. Gráfico de frecuencias de artículos según año de publicación y sexo de autores.

En cuanto al número de citas, la mayoría de los artículos (58,6%) tienen entre 1 y 10 citas, mientras que los restantes presentan un amplio margen (entre 11 y 42 citas). Al establecer la relación entre el número de citas y el sexo de los autores se evidencia que los artículos formados por grupos de investigación mixtos son relativamente más citados (Figura 4). Cabe concluir que hombre y mujeres consiguen un impacto de su producción medida como citas, equivalente.

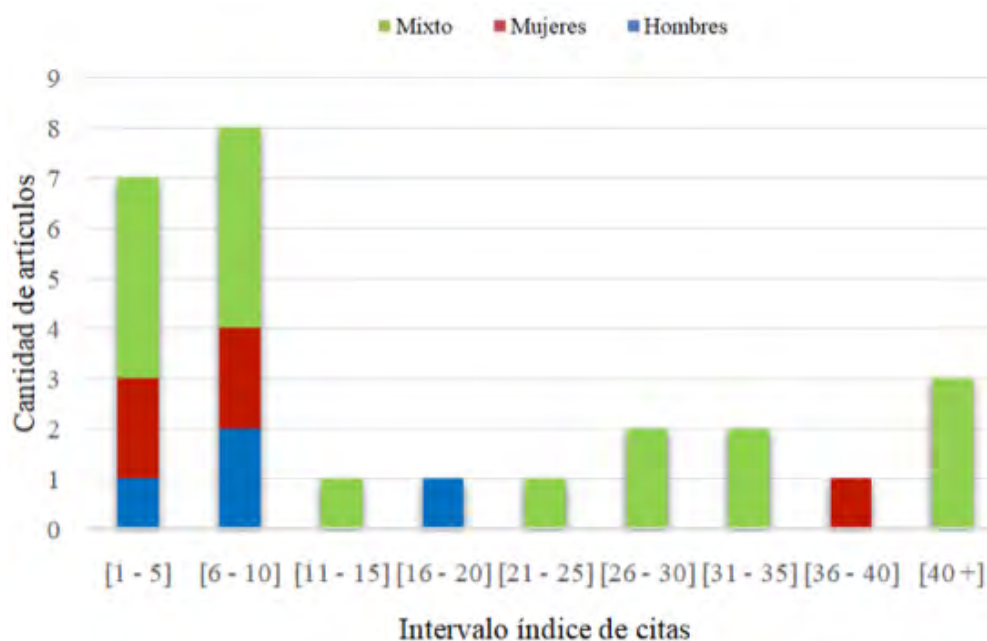


Figura 4. Gráfico de frecuencias de artículos según citas y sexo de autores.

La relación existente entre citaciones y el país de afiliación del primer autor (Figura 5) pone de manifiesto que Estados Unidos es el país con la mayor cantidad de documentos citados, pudiendo considerarse como referente internacional en el ámbito de la robótica educativa.

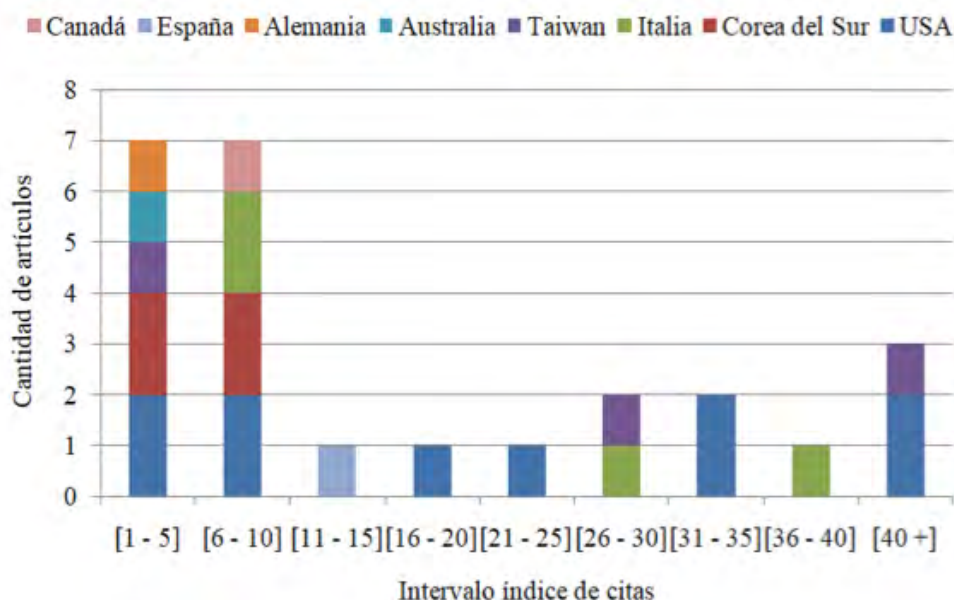
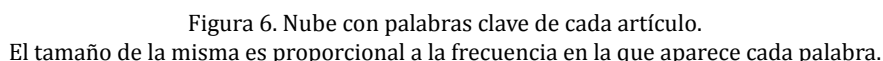
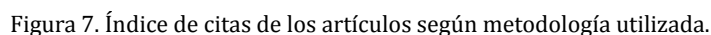


Figura 5. Índice de citas de los artículos según país de afiliación.

El total de palabras clave incluidas en los documentos corresponde a 141 términos, encontrándose las más relevantes en la Figura 6. La palabra con mayor frecuencia ha sido Robotics (8 artículos) a las que sigue STEM



Dentro de la metodología de investigación de los artículos analizados (Anexo 2, Figura 7), el tipo mixto es el más frecuente con 8 documentos (30,7%). Las investigaciones que utilizan metodología cualitativa, (7 artículos, 26,9%), representan el segundo diseño metodológico más utilizado. En tercer lugar, están los estudios de tipo cuantitativo (6 trabajos, 23,0%). Finalmente, hay 5 artículos (19,2%) no contemplan una metodología de investigación al tratarse de propuestas didáctica innovadoras. Esto es coherente con el hecho de que los instrumentos de recogida de información son las observaciones (15,3%), diarios de campo (23,1%) y evaluaciones pre y post (38,5%) (Anexo 2). Analizando la metodología utilizada en los artículos y su relación con el índice de citación (Figura 7), aunque no hay patrón definido, observamos que las tres investigaciones con mayor cantidad de citas corresponden a una metodología cuantitativa y mixta.



3.2. Caracterización de la robótica y las mejoras educativas que propicia

Para identificar la disciplina STEM trabajada de forma más predominante en los diversos artículos, se presenta la Tabla 5. La tecnología (38,1%) se muestra como el área del conocimiento más trabajada, ya sea entendida por su relación con los componentes de los robots y estructura mecánica, o con la programación de estos. Posteriormente, la matemática (23,8%) es vista como una de las áreas más desarrolladas en las investigaciones analizadas. Probablemente, la mayor proporción de estas dos áreas está relacionada con su transversalidad, además de por el interés per sé que despiertan. En tercer lugar, el área de la ciencia (20,6%) se advierte como una disciplina que implica la indagación, manipulación y desarrollo de experiencias científicas en los estudiantes. Finalmente, la ingeniería (17,5%) es requerida para cumplir el desarrollo de actividades que buscan ejecutar soluciones por medio del ingenio a problemas sin respuesta conocida. Cabe destacar que solo los artículos A5, A19, A21 y A22 (15,4%) expresan claramente el desarrollo integral de todas las áreas STEM en las propuestas de trabajo dirigidas a los estudiantes y llevadas a la práctica con robots. Sin duda, la integración de las disciplinas debería ser el camino que seguir para aprovechar todas las ventajas de aprendizaje y motivación que la perspectiva STEM ofrece (Martín-Páez *et al.*, 2019).

Disciplinas STEM	Frecuencia (y %)	Artículos (código de referencia)
Ciencia	13 (20,6%)	A26, A25, A22, A21, A19, A18, A16, A15, A13, A9, A5, A2, A1
Tecnología	24 (38,1%)	A26, A25, A24, A23, A22, A21, A20, A19, A18, A17, A16, A14, A12, A11, A10, A9, A8, A7, A6, A5, A4, A3, A2, A1
Ingeniería	11 (17,5%)	A22, A21, A19, A15, A13, A8, A7, A6, A5, A3, A1
Matemática	15 (23,8%)	A24, A22, A21, A19, A18, A17, A15, A14, A11, A10, A7, A5, A4, A3, A2
Total	63	

Tabla 5. Disciplinas STEM trabajadas.

En cuanto al uso de comandos de programación (Anexo 2), mayoritariamente (34,6%) se hace uso de las herramientas propias de Lego (hardware) para organizar los movimientos y estructuras de los robots (A3, A4, A8, A10, A11, A12, A15, A22 y A25). De igual forma, otras investigaciones hacen mención a diferentes formas de programar los robots (software) como: A13 (Get Excited About Robotics software), A14 (Comandos en Beebot), A17 y A24 (Scratch), A18 (Robot Roamer), A20 (teléfonos inteligentes), A21 (iDevice) y A23 (Arduino), ayudando de esta manera a organizar, expresar y compartir ideas que surgen de los aprendizajes obtenidos de la programación de los robots (Sullivan, 2008).

En relación con las principales mejoras detectadas (Figura 8), 23 documentos señalan un progreso en resultados en áreas específicas. Así, 9 (39,1%) investigaciones (A5, A8, A10, A15, A17, A18, A20, A21, A24) dan cuenta de la mejora de actitud(es) en áreas STEM mediante la utilización y manipulación de robots, 8 (34,7%) documentos (A3, A7, A12, A16, A19, A22, A25, A26) manifiestan un progreso en los rendimientos de áreas STEM a consecuencia de los contenidos curriculares trabajados, y 6 (26,1%) artículos (A1, A4, A6, A9, A13, A23) señalan una mejora de la participación por parte de los estudiantes ya sea, motivación, autoestima, autodeterminación y valoración de su trabajo. Para este análisis, 3 investigaciones no muestran, ni mencionan, una mejora de resultados posterior al análisis, focalizando su objetivo en propuestas de actividades.

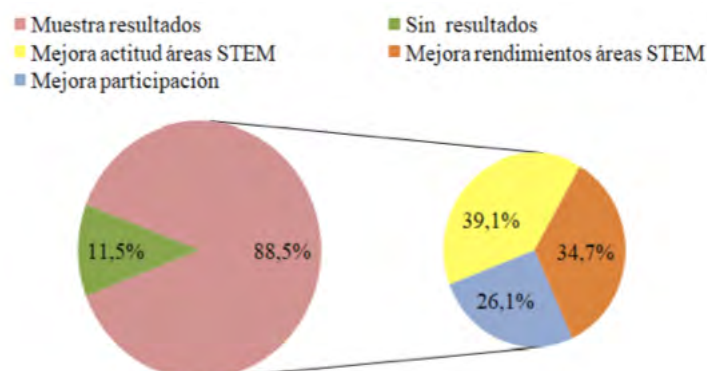


Figura 8. Principales mejoras detectadas.

En relación con el contexto educativo, las actividades extraescolares son las más recurrentes en las propuestas analizadas 16 (65,4%) (Anexo 2) evidenciando que estas actividades no poseen un vínculo directo con los contenidos curriculares trabajados en el aula. En el mismo sentido el rango de edad más frecuente en los programas es 6 a 12 años 5 (19,2%) (Anexo 2), por tanto, se observa una integración en las edades de los participantes.

3.3. Aspectos sobre contexto social y género

Para obtener un resultado más específico y profundizar en la revisión cualitativa de los artículos, se analizan variables que buscan obtener información detallada sobre contextos sociales considerados en las investigaciones y *género de los estudiantes*.

En relación con el contexto social (Figura 9), solo el 30,8% de los artículos hacen alusión al mismo o lo incluyen dentro de sus consideraciones. Así, son cinco (A7, A2, A3, A4, A8) los documentos que mencionan el nivel económico relevante para la ejecución de las investigaciones y tres artículos (A11, A18, A20) identifican el origen étnico de procedencia de los participantes. De esta forma Casey, Egill, Penninton y Mireles (2017) señalan que los estudiantes de contextos desfavorecidos requieren la oportunidad de participar en actividades que involucren robots educativos, codificación y programación de forma igualitaria. Sin duda, sería deseable un mayor foco en este aspecto de las publicaciones científicas, porque se ha señalado que las nuevas tecnologías pueden convertirse en otro elemento más para aumentar o perpetuar la desigualdad social (Zeidler, 2014).

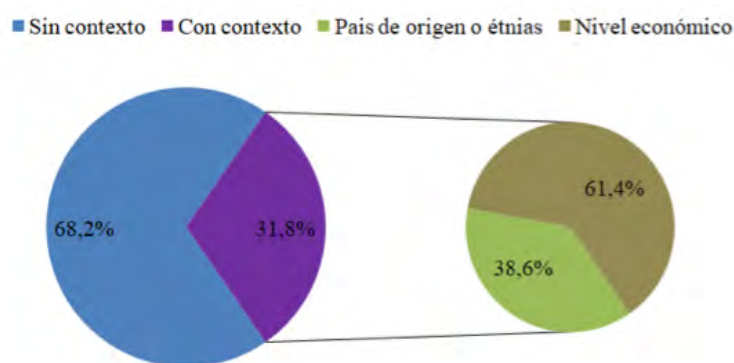


Figura 9. Contexto social de los participantes en las investigaciones.

Al analizar la variable de género, se establece que solo el 23,1% (A2, A4, A6, A9, A20, 26) consideran el género de sus participantes desde una perspectiva de equidad como una variable de estudio o tópico relevante. Se evidencia que en estos rangos de edad no existe una predisposición negativa al trabajo en robótica en STEM según género. Los otros artículos establecen resultados vinculados a la variable género (por ejemplo, cantidad de integrantes, resultados por sexo) no interiorizando en elementos culturales, sociales o familiares que pueden influenciar este tipo de fenómenos de estereotipo al momento de interactuar con las áreas STEM. Cabe señalar que los seis artículos que sí tienen perspectiva de género están realizados mayoritariamente por mujeres (4 de mujeres por 2 de hombres, Figura 10). Así pues, se pone de manifiesto que la participación de más mujeres en la autoría de trabajos, si bien no asegura que se tenga en cuenta esta perspectiva de género, sí que la facilita.

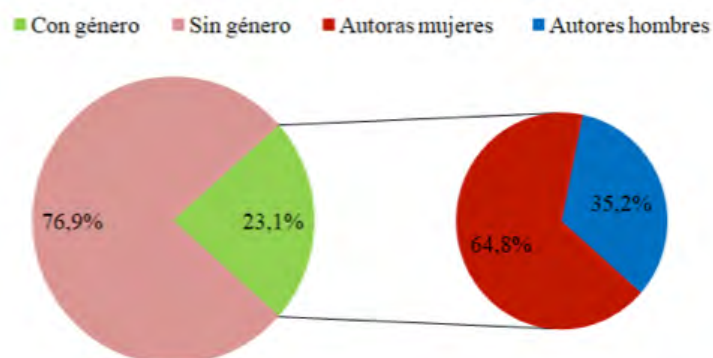


Figura 10. Relación entre perspectiva de género de los artículos y género de investigadores.

4. Conclusiones

Este documento contribuye a generar información específica sobre el trabajo desarrollado en Educación Primaria con robótica educativa como elemento de acción en actividades que buscan despertar diversos conocimientos, habilidades y destrezas STEM.

A continuación, se presentan las conclusiones de este trabajo articuladas en torno a las preguntas de investigación.

PI-1. ¿Qué indicadores bibliométricos caracterizan la producción científica asociada?

Estados Unidos es el país con mayor producción de artículos, así como el que más citas recibe en un contexto de incremento de la producción científica (Figura 3). La cantidad de hombres y mujeres primer autor de cada publicación es la misma, si bien en el cómputo total de autores dominan los hombres lo que implica una cierta inequidad de género.

PI-2. ¿Cuál es la metodología de investigación más utilizada?

La metodología de investigación más utilizada en los artículos analizados es de tipo mixto (Figura 6). Esto es congruente con que la tipología de instrumentos de recogida de información más frecuentes son observaciones, diarios de campo y evaluaciones pre y post (Anexo 2).

PI-3 ¿Qué áreas STEM se enseñan a través de la robótica educativa y con qué tecnologías?

La tecnología y en segundo lugar la matemática son las **áreas** de conocimiento más trabajadas, lo que relacionamos con su carácter transversal. En tercer y cuarto lugar se sitúan las ciencias y la ingeniería (Tabla 5).

PI-4 ¿A qué edades y en qué contexto educativo se está utilizando la robótica educativa?

Una de las principales observaciones realizadas radica en el gran intervalo de edad en la cual las investigaciones realizan trabajos experimentales entregando un refuerzo de conocimientos entre los estudiantes de más edad hacia los pequeños. De igual forma, las actividades extraescolares se manifiestan como una oportunidad de complemento para la educación formal y el desarrollo de actividades robots.

PI-5 ¿Cuáles son las principales ventajas y mejoras ofrecidas en los programas?

Se ha evidenciado que la robótica en Educación Primaria trabaja diversas habilidades, apoyada en herramientas como: el pensamiento lógico, lenguajes de programación, orientaciones espaciales, respuesta a desafíos ingenieriles y de visualización, las que se relacionan con la adquisición de habilidades académicas STEM, representando una estrategia de cambio en las prácticas educativas (Anexo 2).

PI-6 ¿De qué forma se abordan cuestiones como los contextos sociales o la equidad de género?

Temas relativos a la equidad social o la igualdad de género, dentro de los artículos, solo se abordan de forma explícita de manera minoritaria (Figuras 9 y 10). Así pues, no se profundiza en elementos culturales, sociales familiares o de género de gran influencia en el aprendizaje en las áreas STEM.

Finalmente, los diferentes estudios analizados en esta investigación muestran que el uso de la robótica representa un potencial para la enseñanza de habilidades en áreas curriculares, estableciéndose como una línea investigativa prometedora. Sin embargo, este estudio sugiere que, en los diseños didácticos analizados, se observan resultados que incentivan a la incorporación del robot en el aula, debido a su potencial como herramienta educativa y de enseñanza.

5. Limitaciones

Como toda revisión sistemática, este estudio presenta algunas limitaciones. La primera relacionada con el idioma de los artículos, ya que se han seleccionado solo estudios escritos en inglés y español, aunque al final, de este último tipo no se ha encontrado ningún artículo. Sin embargo, se ha detectado la existencia de numerosos trabajos en idiomas orientales, los que finalmente se han excluido. De la misma manera, a pesar de haber realizado una exhausta revisión de la literatura, se encuentran limitaciones dadas por los términos de búsqueda en cada base de datos. Otra limitación, se relaciona con las mismas bases de datos consultadas, a pesar de haber utilizado bases de datos reconocidas y utilizadas en el ámbito educativo, se debería considerar en estudios futuros, ampliar la búsqueda a otras bases de carácter nacional como internacional (IEEE Xplore, Scielo y Dialnet). Finalmente, se considera para un estudio posterior, establecer una relación entre el panorama de Educación Primaria considerado en este estudio, y lo trabajado en Secundaria.

Referencias

- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). Una revisión sistemática de estudios sobre robótica educativa, *Journal of Pre-College Engineering Research Research (J-PEER)*, 9(2), 19-42. doi:<https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>
- Aris, N., & Orcos, L. (2019). Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills. *Education Sciences*, 9(73), 1-15. doi:<https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
- Barker, B., & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 229-243. doi:<https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782481>
- Benitti, F. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bravo Sánchez, F. A., & Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Education in the Knowledge Society*, 13(2), 120-136.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM Education? *Science*, 329(5995), 996-996. doi:<https://doi.org/10.1126/science.1194998>
- Casey, E. J., Gill, P., Pennington, L., & Mireles, S. V. (2017). Lines, roamers, and squares: Oh my! using floor robots to enhance Hispanic students' understanding of programming. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1531-1546. doi:<https://doi.org/10.1007/s10639-017-9677-z>
- Comisión Europea (2018). Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. Diario Oficial de la Unión Europea, 4-6-2018, C189-1 – C189-13. Recuperado de <https://bit.ly/2TjdCqw>
- Conde, M. Á., Ribeiro Alves, J. F., Ramos, M. J., Celis Tena, S., Gonçalves, J., Reimann, D., Jormanainen, I., & García-Peñalvo, F. J. (2019). RoboSTEAM - A Challenge Based Learning Approach for integrating STEAM and develop Computational Thinking. In M. Á. Conde-González et al. (Eds.), *TEEM'19 Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 24-30). New York, USA: ACM. doi:<https://doi.org/10.1145/3362789.3362893>
- Chung, C. J., Cartwright, C., & Cole, M. (2014). Assessing the impact of an autonomous Robotics competition for STEM education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(2), 24-34.
- Denzin, N. K. (2017). Critical Qualitative Inquiry. *Qualitative Inquiry*, 23(1), 8-16. doi:<https://doi.org/10.1177/1077800416681864>
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la competencia científica. Ápice. *Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. doi:<https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Gonçalves, J., Lima, J., Brito, T., Brancalhão, L., Camargo, C., Oliveira, V., & Conde, M. Á. (2019). Educational Robotics Summer Camp at IPB: A Challenge based learning case study. In M. Á. Conde-González et al. (Eds.), *TEEM'19 Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 36-43). New York, USA: ACM. doi:<https://doi.org/10.1145/3362789.3362910>
- Jung, S., & Won, E. (2018b). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905. doi:<https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Kim, S., & Chulhyun, L. (2016). Lee Effects of robot for teaching geometry to fourth graders. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(2), 52-70. doi:<https://doi.org/10.3991/ijep.v4i3.3665>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., et al. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLoS Med*, 6(7). e1000100. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, J., & Vílchez-González, J. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. doi:<https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mitnik, R., Nussbaum, M., & Soto, A. (2008). An autonomous educational mobile robot mediator. *Autonomous Robots*, 25(4), 367-382. doi:<https://doi.org/10.1007/s10514-008-9101-z>
- Moher, D., & Liberati, A. (2009). Revisiones sistemáticas y meta-análisis: La responsabilidad de los autores, revisores, editores y patrocinadores. *Medicina Clínica*, 135(11), 505-506. doi:<https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.02.016>
- Sánchez-Meca, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula Abierta*, 38(2), 53-64.

- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373–394. doi:<https://doi.org/10.1002/tea.20238>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., . . . Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. doi:<https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383–1395. doi:<https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Taylor, M. S., Vasquez, E., & Donehower, C. (2017). Computer Programming with Early Elementary Students with Down Syndrome. *Journal of Special Education Technology*, 32(3), 149–159. doi:<https://doi.org/10.1177/0162643417704439>
- Williams, D., M., Y., Prejean, L., Lai, G., & Ford, M. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201–216. doi:<https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782505>
- Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127(2), 267–282. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.007>
- Zeidler, D. (2014). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A socio-cultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11–26. doi:<https://doi.org/10.1007/s11422-014-9578-z>
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12–19. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>

ANEXO I: Referencias bibliográficas de los artículos seleccionados

- Bartolini-Bussi, G., & Baccaglini-Frank, A. (2014). Geometry in early years: sowing seeds for a mathematical definition of squares and rectangles. *ZDM Mathematics Education*, 47(3), 391–405. doi:<https://doi.org/10.1007/s11858-014-0636-5>
- Casey, J., Gill, P., Pennington, L., & Mireles, S. (2017). Lines, roamers, and squares: Oh my! floor robots to enhance Hispanic students' understanding of programming. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1531–1546. doi:<https://doi.org/10.1007/s10639-017-9677-z>
- Chin, K. Y., Hong, Z. W., & Chen, Y. L. (2014). Impact of Using an Educational Robot-Based Learning System on Students' Motivation in Elementary Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(4), 333–345. doi:<https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2346756>
- Coxon, V., Dohrman, R. L., & Nadler, R. (2018). Children Using Robotics for Engineering, Science, Technology, and Math (CREST-M): *The Development and Evaluation of an Engaging Math Curriculum*. *Roeper Review*, 40(2), 86–96. doi:<https://doi.org/10.1080/02783193.2018.1434711>
- Datteri, E., & Zecca, L. (2016). The Game of Science: An Experiment in Synthetic Roboethology with Primary School Children. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 23(2), 24–29. doi:<https://doi.org/10.1109/MRA.2016.2533038>
- Hong, J. C., Yu, K.-C., & Chen, M. Y. (2010). Collaborative learning in technological project design. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(3), 335–347. doi:<https://doi.org/10.1007/s10798-010-9123-7>
- Huang, K., Yang, T., & Cheng, C. (2013). Engineering to See and Move: Teaching Computer Programming with Flowcharts vs. LEGO Robots. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 8(4), 23–26. doi:<https://doi.org/10.3991/ijet.v8i4.2943>
- Jordan, E., & Babrow, S. (2013). Communication in Creative Collaborations: The Challenges of Uncertainty and Desire Related to Task, Identity, and Relational Goals. *Communication Education*, 62(2), 210–232. doi:<https://doi.org/10.1080/03634523.2013.769612>
- Julià, C., & Antolí, Ò. (2015). Spatial ability learning through educational robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(2), 185–203. doi:<https://doi.org/10.1007/s10798-015-9307-2>
- Karp, T., Gale, R., Lowe, L. A., Medina, V., & Beutlich, E. (2010). Generation NXT: Building Young Engineers with LEGOs. *IEEE Transactions on Education*, 53(1), 80–87. doi:<https://doi.org/10.1109/TE.2009.2024410>
- Kim, J. O., & Kim, J. (2018). Development and Application of Art Based STEAM Education Program Using Educational Robot. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 10(3), 46–57. doi:<https://doi.org/10.4018/IJMBL.2018070105>
- Kim, S., & Chulhyun, L. (2016). Effects of robot for teaching geometry to fourth graders. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(2), 52–70. doi:<https://doi.org/10.3991/ijep.v4i3.3665>
- La Paglia, F., Francomano, M. M., Riva, G., & La Barbera, D. (2018). Educational robotics to develop executive functions visual spatial abilities, planning and problem solving. *Annual Review of Cyber Therapy and Telemedicine*, 16(2), 80–86.
- Lehmann, A., & Pittroff, L. (2016). The brain robot “Herr Tie”: discovering basic principles of brain function at primary school. *Advances in Physiology Education*, 40(3), 418–421. doi:<https://doi.org/10.1152/advan.00173.2015>
- Lindsay, S., & Hounsell, G. (2016). Adapting a robotics program to enhance participation and interest in STEM among children with disabilities: a pilot study. *Disability and Rehabilitation Assistive Technology*, 12(7), 694–704. doi:<https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1229047>
- Master, A., Cheryan, S., Moscatelli, A., & Meltzoff, N. (2017). Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls. *Journal of Experimental Child Psychology*, 160(2), 92–106. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.03.013>
- Mathers, N., Pakakis, M., & Christie, I. (2011). Mars mission program for primary students: Building student and teacher skills in science, technology, engineering and mathematics. *Acta Astronautica*, 69(7–8), 722–729. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.03.013>
- Matson, E., DeLoach, S., & Pauly, R. (2004). Building Interest in Math and Science for Rural and Underserved Elementary School Children Using Robots. *Journal of STEM Education*, 5(3), 35–46.
- Nemiro, J., Larriva, C., & Jawaharlal, M. (2015). Developing Creative Behavior in Elementary School Students with Robotics. *The Journal of Creative Behavior*, 51(1), 70–90. doi:<https://doi.org/10.1002/jocb.87>

- Park, I., Kim, D., Oh, J., Jang, Y., & Lim, K. (2015). Learning Effects of Pedagogical Robots with Programming in Elementary School Environments in Korea. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(26), 1-5. doi:https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i26/80723
- Phamduy, P., Le Grand, R., & Porfiri, M. (2015). Robotic Fish: Design and Characterization of an Interactive iDevice-Controlled Robotic Fish for Informal Science Education. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 22(1), 86–96. doi:https://doi.org/10.1109/MRA.2014.2381367
- Rosi, A., Dall'Asta, M., Brighenti, F., Del Rio, D., Volta, E., Baroni, I., ... Scazzina, F. (2016). The use of new technologies for nutritional education in primary schools: a pilot study. *Public Health*, 140(2), 50–55. doi:https://doi.org/10.1016/j.puhe.2016.08.021
- Shim, J., Kwon, D., & Lee, W. (2017). The Effects of a Robot Game Environment on Computer Programming Education for Elementary School Students. *IEEE Transactions on Education*, 60(2), 164–172. doi:https://doi.org/10.1109/TE.2016.2622227
- Suescun-Florez, E., Iskander, M., Kapila, V., & Cain, R. (2013). Geotechnical engineering in US elementary schools. *European Journal of Engineering Education*, 38(3), 300–315. doi:https://doi.org/10.1080/03043797.2013.800019
- Taylor, M. S., Vasquez, E., & Donehower, C. (2017). Computer Programming with early elementary students with Down Syndrome. *Journal of Special Education Technology*, 32(3), 149–159. doi:https://doi.org/10.1177/0162643417704439
- Varney, W., Janoudi, A., Aslam, M., & Graham, D. (2012). Building Young Engineers: TASEM for Third Graders in Woodcreek Magnet Elementary School. *IEEE Transactions on Education*, 55(1), 78–82. doi:https://doi.org/10.1109/TE.2011.2131143

Anexo 2. Aspectos generales de los artículos seleccionados

Código referencia	Primer autor	Edad estudiantes	Metodología de investigación	Áreas STEM trabajadas	Contexto educativo	Kits de Robots y lenguaje de programación	Instrumentos de recogida de información
A1	Lindsay, S.	6 a 13 años	Mixto	Ciencia, tecnología e ingeniería.	Extraescolar	Robots Lego Mindstorms, WeDo lego.	Cuestionario virtual Entrevistas Grabaciones de audio
A2	Matson, E.	No menciona	Propuesta didáctica	Ciencia, matemática, tecnología	Educación formal	Robot AmigoBot	Libro de trabajo Participación en experimentos
A3	Varney, M.	8-9 años	Propuesta pedagógica	Matemática, ingeniería y tecnología	Extraescolar	Robot LEGO Mindstorms (kits)	Encuesta satisfacción
A4	Coxon, S. V	9-11 años	Mixto	Matemática y tecnología	Extraescolar	Robot LEGO WeDo	Pre y post test
A5	Hong, J.-C.	12-13 años	Cualitativo	Ciencia, tecnología, ingeniería y matemática	Extraescolar	Robot rats'	Portafolio(bitácora) Concurso Powertech
A6	Jordan, M.	10-11 años	Cualitativo	Tecnología e ingeniería	Extraescolar	No se especifica	No se menciona
A7	Taylor, M.	No menciona	Cualitativo	Tecnología, ingeniería y matemática	Extraescolar	Dash robot Aplicación "Blockly.	Lista de verificación Codificación del robot Encuesta satisfacción
A8	Nemiro, J.	9-12 años	Cualitativo	Tecnología e ingeniería	Extraescolar	Robot Lego Mindstorms	Diarios de campo Reportes de estudiantes Lista de categorías, análisis diarios robóticos. Competencia final
A9	Kim, J.	9-12 años	Propuesta didáctica	Ciencia y tecnología	Educación formal	Robot 2wheel base. software draw	Encuestas de satisfacción Evaluación matemática y ciencia
A10	La Paglia, F.	10 años	Cuantitativa	Matemática y tecnología	Extraescolar	LEGO Mindstorms	Pre y post test
A11	Kim, S.	11-12 años	Mixto	Tecnología y matemática	Extraescolar	LEGO Robot	Prueba de rendimiento en el dominio cognitivo Pre y post test Prueba de autoevaluación para el dominio afectivo
A12	Huang, K.	10-12 años	Mixto	Tecnología	Extraescolar	LEGO Robots	Cuestionario de actitud Prueba de rendimiento Registros de trabajo y entrevistas)
A13	Karp, T.	6-12 años	Cuantitativo	Ciencia e ingeniería	Extraescolar	Kit LEGO Mindstorms NXT Programa Get Excited About Robotics	Cuestionario final (actitud hacia las ciencias)
A14	Bartolini-Busi, M.	6-7 años	Cualitativo	Matemática y tecnología	Educación formal	Bee-bots	No se menciona
A15	Suescun-Florez, E.	7-10 años	Mixto	Ciencia, ingeniería y matemática	Educación formal	LEGO Mindstorms NXT. Impresoras 3D	Pre y post test Registro de actividades Observación directa
A16	Chin, K.-Y	7-8 años	Mixto	Ciencia y Tecnología.	Educación formal	Robotis Bioloid Kit	Pre y post test Cuestionario de satisfacción
A17	Park, I.	8-9 años	Mixto	Tecnología y matemática	Educación formal	Robot mobile set 93292 Mit Media Lab	Pre y post test La prueba de creatividad Cuestionario de satisfacción
A18	Casey, E, J.	9-11 años	Mixto	Matemática, tecnología y ciencia	Extraescolar	Robot Roamer®	Pre y post test (encuestas) Evaluación programación Notas de campo
A19	Mathers, N.	6-12 años	Propuesta didáctica	Ciencia, matemática, ingeniería y tecnología	Extraescolar	No menciona (the mission control software for all VSEC)	No se menciona
A20	Master, A.	6-12 años	Cuantitativo	Tecnología	Extraescolar	Mascot robot (Smartphone)	Pruebas de laboratorio
A21	Phamduy, P.	6-12 años	Cuantitativo	Ciencia, matemática, ingeniería y tecnología	Extraescolar	Pez robot biomimético (Arduino)	Encuesta de satisfacción

Código referencia	Primer autor	Edad estudiantes	Metodología de investigación	Áreas STEM trabajadas	Contexto educativo	Kits de Robots y lenguaje de programación	Instrumentos de recogida de información
A22	Julià, C.	12 años	Cuantitativo	Ciencia, matemática, ingeniería y tecnología	Extraescolar	Robot Pro Light	Pre y post test
A23	Lehmann, A.	8-11 años	Cualitativo	Tecnología	Educación formal	Robot Arduino "Herr Tie"	Encuestas a estudiantes Entrevistas profesores
A24	Shim, J.	10-12 años	Cuantitativo	Tecnología y matemática.	Extraescolar	Robot Bricks (Scratch)	Pre y post test Encuesta de satisfacción
A25	Datteri, E.	7-8 años	Cualitativo	Ciencia y tecnología	Educación formal	LEGO Mindstorms	No se menciona
A26	Rosi, A.	8-10 años	Cuantitativo	Ciencia y tecnología	Educación formal	Robot NAO	Pre y post test (cuestionario)